



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103717890 B

(45)授权公告日 2016.08.17

(21)申请号 201180072456.3

(22)申请日 2011.06.17

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2014.01.22

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2011/060112 2011.06.17

(87)PCT国际申请的公布数据
W02012/171578 EN 2012.12.20

(73)专利权人 ABB技术有限公司
地址 瑞士苏黎世

(72)发明人 H·范格伦伯格 P·特韦施

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所
11256

代理人 王茂华

(51)Int.Cl.

F03D 13/25(2016.01)

(56)对比文件

CN 101965454 A, 2011.02.02,
CN 102015435 A, 2011.04.13,
CN 201416515 Y, 2010.03.03,
CN 1633558 A, 2005.06.29,
GB 2400823 B, 2005.03.23,

审查员 赵银凤

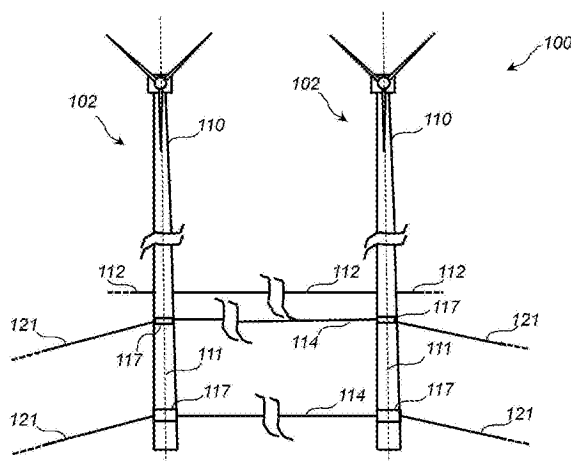
权利要求书3页 说明书14页 附图7页

(54)发明名称

海上风力涡轮机机组

(57)摘要

公开了一种海上风力涡轮机机组(100)。所述海上风力涡轮机机组(100)包含被布置在沿所述海上风力涡轮机机组(100)中的可漂浮风力涡轮机(102)的塔(110)的纵向方向(111)的至少两个相应的层上的缆绳网或网络。在每一层处的缆绳网互连所述机组(100)中的风力涡轮机(102)，以便当整个机组(100)位于海上位置处时，充分地保持每个风力涡轮机(102)相对于所述机组(100)的位置。借助于缆绳网的布置，通过适当地设置所述缆绳网的层间距离，可以实现所述机组(100)中的每个风力涡轮机(102)的塔(110)的垂直指向。



1. 一种海上风力涡轮机机组(100), 包含:

多个风力涡轮机(102), 被适配为当位于海上地址时可漂浮在水上, 所述多个风力涡轮机中的每个风力涡轮机包含支撑结构(110), 所述支撑结构(110)被适配为当位于所述海上地址时部分地浸没在水中, 所述支撑结构具有纵向轴线;

所述多个风力涡轮机中的每个风力涡轮机借助于缆绳(114)与其它风力涡轮机中的至少一个风力涡轮机连接, 被布置为使得相应缆绳从沿所述风力涡轮机的所述支撑结构的所述纵向轴线(111)的彼此不同的至少第一位置和第二位置延伸到沿所述其它风力涡轮机中的相应的至少一个风力涡轮机中的每个支撑结构的所述纵向轴线的彼此不同的对应的至少第一位置和第二位置;

其特征在于, 所述海上风力涡轮机机组还包含互连所述多个风力涡轮机中的每个风力涡轮机的电力汇集和/或通信系统(180), 其中所述电力汇集和/或通信系统至少部分地包含在互连所述多个风力涡轮机的所述缆绳中的至少一些缆绳, 所述电力汇集和/或通信系统被适配为至少汇集、输送和/或分配由所述多个风力涡轮机所产生的电力。

2. 根据权利要求1所述的海上风力涡轮机机组, 其中当所述多个风力涡轮机位于所述海上地址时, 其遭受由外部条件所引起的力, 所述海上风力涡轮机机组还包含张力控制设备(130), 其被适配为调节缆绳中的张力, 以便阻碍由于由外部条件在所述多个风力涡轮机中的每个风力涡轮机的所述支撑结构的指向中相对于与重力轴线(116)平行的垂直方向所引起的力的变化, 在指向中的变化将使相对于所述垂直方向的塔的所述纵向轴线的倾斜角超过预定角度。

3. 根据权利要求2所述的海上风力涡轮机机组, 其中所述张力控制设备被适配为独立地调节相应缆绳中的张力, 以便阻碍由于由外部条件在所述多个风力涡轮机中的每个风力涡轮机的所述支撑结构的指向中相对于所述垂直方向所引起的力的变化。

4. 根据权利要求2或3所述的海上风力涡轮机机组, 其中所述张力控制设备包含弹簧构件、机械摆构件和波浪导向器构件中的至少一个构件以用于实现缆绳中的张力的调节, 所述波浪导向器构件被适配为阻碍波浪打击所述多个风力涡轮机中的每个风力涡轮机的所述支撑结构。

5. 根据权利要求2或3所述的海上风力涡轮机机组, 还包含指向传感器(140), 其被适配为感测所述多个风力涡轮机中的每个风力涡轮机的所述支撑结构的所述纵向轴线相对于所述垂直方向的倾斜角, 其中所述张力控制设备被适配为基于所感测的倾斜角调节缆绳中的张力, 以便阻碍由于由外部条件在所述多个风力涡轮机中的每个风力涡轮机的所述支撑结构的指向中相对于所述垂直方向所引起的力的变化。

6. 根据权利要求2或3所述的海上风力涡轮机机组, 还包含张力传感器(150), 其被适配为感测所述相应缆绳中的张力, 其中所述张力控制设备被适配为基于所感测的所述相应缆绳中的张力来调节缆绳中的张力, 以便阻碍由于由外部条件在所述多个风力涡轮机中的每个风力涡轮机的所述支撑结构的指向中相对于所述垂直方向所引起的力的变化。

7. 根据权利要求2或3所述的海上风力涡轮机机组, 还包含运行状态传感器(160), 其被适配为感测相应缆绳中的运行状态, 其中所述张力控制设备被适配为基于所感测的相应缆绳的运行状态来调节缆绳中的张力, 以便阻碍由于由外部条件在所述多个风力涡轮机中的每个风力涡轮机的所述支撑结构的指向中相对于所述垂直方向所引起的力的变化。

8. 根据权利要求7所述的海上风力涡轮机机组,其中所述运行状态传感器被适配为感测相应缆绳是否与预定的缆绳故障标准相符合,并且其中在至少一个缆绳与所述预定的故障标准相符合的条件下,所述张力控制设备被适配为调节缆绳中的张力,以便阻碍由于由外部条件在所述多个风力涡轮机中的每个风力涡轮机的所述支撑结构的指向中相对于所述垂直方向所引起的力的变化。

9. 根据权利要求1至3中的任何一项所述的海上风力涡轮机机组,还包含:

控制模块(170),其被适配为监测和/或控制所述多个风力涡轮机中的每个风力涡轮机的运行;以及

运行状态传感器(160),其被适配为感测相应缆绳的运行状态;

其中所述运行状态传感器被适配为感测相应缆绳是否与预定的缆绳故障标准相符合,并且,其中在至少一个缆绳与所述预定的故障标准相符的条件下,所述控制模块被适配为至少立刻使与所述预定故障标准相符合的所述至少一个缆绳耦合的至少一个风力涡轮机停用。

10. 根据权利要求1至3中的任何一项所述的海上风力涡轮机机组,还包含至少一个锚构件(120),所述锚构件(120)被适配为锚定所述风力涡轮机机组,所述至少一个锚构件连接到所述多个风力涡轮机中相对于所述风力涡轮机机组被周边地布置的至少一个风力涡轮机。

11. 根据权利要求1至3中的任何一项所述的海上风力涡轮机机组,还包含互连所述多个风力涡轮机中的每个风力涡轮机的电力汇集和/或通信系统(180),其中所述电力汇集和/或通信系统至少部分地与互连所述多个风力涡轮机的所述缆绳中的至少一些缆绳整体布置,所述电力汇集和/或通信系统被适配为至少汇集、输送和/或分配由所述多个风力涡轮机中的所述相应风力涡轮机所产生的电力,和/或传送至少用于监测和/或控制所述相应风力涡轮机的运行状态的去往和/或来自所述多个风力涡轮机中的所述相应风力涡轮机的控制信号。

12. 根据权利要求1至3中的任何一项所述的海上风力涡轮机机组,还包含互连所述多个风力涡轮机中的每个风力涡轮机的电力汇集和/或通信系统(180),其中所述电力汇集和/或通信系统至少部分地包含在互连所述多个风力涡轮机的所述缆绳中的至少一些缆绳中或由其包含,所述电力汇集和/或通信系统被适配为至少汇集、输送和/或分配由所述多个风力涡轮机中的所述相应风力涡轮机所产生的电力,和/或传送至少用于监测和/或控制所述相应风力涡轮机的运行状态的去往和/或来自所述多个风力涡轮机中的所述相应风力涡轮机的控制信号。

13. 根据权利要求1至3中的任何一项所述的海上风力涡轮机机组,其中所述第一位置位于沿所述风力涡轮机的所述支撑结构的所述纵向轴线的较低水下位置处,并且所述第二位置位于沿所述风力涡轮机的所述支撑结构的所述纵向轴线的较高非水下位置处。

14. 根据权利要求13所述的海上风力涡轮机机组,其中所述风力涡轮机包含被布置在所述风力涡轮机的所述支撑结构的较高非水下端部处的转子,其中所述第二位置位于沿所述风力涡轮机的所述支撑结构的所述纵向轴线距离所述较高非水下端部的一段距离处,所述一段距离等于或超过所述转子半径。

15. 根据权利要求13所述的海上风力涡轮机机组,其中所述第一位置位于所述风力涡轮

轮机的所述支撑结构的较低水下端部处。

16. 根据权利要求1至3中的任何一项所述的海上风力涡轮机机组,其中从所述多个风力涡轮机中的至少一个所述风力涡轮机的所述支撑结构延伸的所述缆绳,借助于被布置在所述支撑结构上的耦合单元(117),与所述支撑结构耦合,以便使所述支撑结构能够围绕其纵向轴线旋转。

17. 根据权利要求1至3中的任何一项所述的海上风力涡轮机机组,其中从所述多个风力涡轮机中的至少一个所述风力涡轮机的所述支撑结构延伸的所述缆绳被固定地布置在所述支撑结构上。

18. 根据权利要求1至3中的任何一项所述的海上风力涡轮机机组,其中所述多个风力涡轮机中的至少一个所述风力涡轮机的所述支撑结构包含向所述支撑结构提供浮力的中空部分。

海上风力涡轮机机组

技术领域

[0001] 本发明涉及例如包含在海上风力发电厂或海上风电场中的海上风力涡轮机机组。特别地,本发明涉及包含借助于缆绳布置互连的多个风力涡轮机的海上风力涡轮机机组。

背景技术

[0002] 公共电网或公用网络中的电力是通过将机械能转换成电能的各种能源来供应的。随着日益增加的化石燃料成本以及从使用化石燃料的能量生成所造成的可能的环境破坏,支持公共电网的电力中的越来越多的部分是在使用可再生能源的电厂产生的。风电厂是此类电厂的一个示例。在风电厂或风电场中,通常共计为数十或数百或更多的大量的风力涡轮机可连接到电网,以便产生电力并将电力供应给通常位于相对于风力涡轮机很远的用户。通过电网中的输电线路或配电线路,将风力涡轮机中所产生的电力发送给用户。

[0003] 例如由于与安装在陆上地址、即位于陆地上或比较接近于海岸线的水中的风电场相比,关于周围环境海上风电场可以具有较少的视觉影响,因此海上风电厂、即位于距离海岸线的一段距离处的海上的风电场是增长的市场。而且,通过将风电场安置在海上,可减少或消除由风力涡轮机产生的通常很大的噪音所造成的对居民的干扰。此外,将风力涡轮机安置在陆地上不总是期望的,因为一般期望风力涡轮机的转子叶片位于空气层流中,对于陆上风电场来说,这种要求并不是总是可以满足的,例如由于存在诸如山、森林、建筑物以及其它结构等的各种障碍。

[0004] 因此,将风力涡轮机机组安置在海上距离海岸线的一段距离处已经越来越多地变成一种共识,在该处的水深允许将风力涡轮机固定地附着于在海底或海床处所提供的基座。在海上地址处,气流不受诸如以上提及的各种障碍的存在的干扰。此外,如以上提及的,从美观的角度来看,将风力涡轮机机组安置在海上可能期望的。

[0005] 用于容纳和/或支撑海上风力涡轮机的基础结构可包含单桩基础,其可用于将海上风电场中的风力涡轮机的塔固定地布置在相对浅水区的海底地址,即在海床上。在可行地使用单桩基础的此类浅水区的海底地址处的水深通常在10米至40米之间。

[0006] 对于许多海岸来说,水深随着距离海岸线的距离增加而快速增加。在大多数大约50-80米的水深处,诸如以上提及的那些固定基础结构可导致非常高的成本。此外,在此类大多数水深处安装单桩基础可能与可能很难处理的技术问题相关联。

[0007] 为此,已经提出了用于在海上安置风力涡轮机的可漂浮结构,例如,在文献W02009/064737和US2010/0278630中。此类可漂浮结构中的一种类型包含水下浮力室,其支撑具有被布置在浮力室上的风力涡轮机的塔的风力涡轮机。水下浮力室的一部分可以使用所提供的合适的压舱物进行填充,以便使重力中心充分地处于所述结构的水下部分的浮力中心的下面,进而获得用于风力涡轮机的稳定的基础。一般来说,必须选择压舱物,使得压舱物的重量很高的以便充分抵消作用在风力涡轮机上的风力和波浪力。此类可漂浮结构通常单独地被系泊在海床上。然而,特别是由于高重量的压舱物的需求,此类可漂浮结构一般来说与高成本相关联,尤其是相对于安装。

发明内容

[0008] 鉴于以上论述,本发明关注的是提供能够降低除了其他以外与安装有关的成本的海上风力涡轮机机组。

[0009] 一般来说,在包含多个风力涡轮机的海上风力涡轮机机组的运行期间,能够限制每个风力涡轮机的塔相对于垂直方向的倾斜角以便使倾斜角在倾斜角的预定范围内会是有用的。每个风力涡轮机的塔相对于垂直方向的“目标”倾斜角,即每个风力涡轮机的塔相对于垂直方向的优选倾斜角基本上可以是 0° 。然而,在风力涡轮机的转子是顺风型,即其中转子被布置在相应的风力涡轮机的塔的背风侧的情况下,目标倾斜角可以是几度,例如 $2-5^{\circ}$,或至多 10° 。在那种情况下,风力涡轮机的机舱可被布置在相对于相应塔的一个角度处,使得相应转子被布置为基本垂直于风的方向。然而,在海上风力涡轮机机组的运行中,作用在每个风力涡轮机的风力将部分地转变成风力涡轮发电机的叶片和相关联的机械部件的旋转能量,并且部分地转变成使风力涡轮机的塔在风力施加的方向中片刻趋向于倾斜,从而,风力涡轮机的塔的纵向轴线可相对于垂直方向趋向于呈现倾斜角度的容忍范围外的一个角度。

[0010] 本发明的要旨是提供缆绳网或网络,其被布置在沿海上风力涡轮机机组中的可漂浮风力涡轮机的塔的纵向方向的至少两个相应层上。因此,缆绳网或网络被布置为沿可漂浮风力涡轮机的塔的纵向方向的至少两个不同层处。在每个层处的所述缆绳网互连所述机组中的所述风力涡轮机,以便当整个机组位于海上地址处时,充分地保持每个风力涡轮机相对于所述机组的地址。同时,借助于缆绳网的布置,通过适当地设置所述缆绳网的层间间隔,可以实现所述机组中的每个风力涡轮机的塔的垂直指向。与利用填充有适当重量的压舱物的用于所述机组中的每个风力涡轮机的水下浮力室以用于在所述风力涡轮机的运行期间,对抗风力、水流力和/或波浪力使所述风力涡轮机稳定相比,通过提供此类缆绳网或网络布置,可以实现对抗当所述机组位于海上地址处时所述机组中的所述风力涡轮机可能遭受的由于风、水流和/或波浪的力,使所述例如风电场的风力涡轮机机组中的所述风力涡轮机的塔稳定的一种更经济的方式。

[0011] 根据本发明的第一方面,提供了包含多个风力涡轮机的海上风力涡轮机机组,当所述风力涡轮机位于海上地址处时,适应于可漂浮在水上。所述多个风力涡轮机中的每个风力涡轮机包含支撑结构,当其位于所述海上地址处时,被适配为部分地浸没在水中。所述支撑结构有纵向轴线。所述多个风力涡轮机中每个风力涡轮机借助于缆绳与其它风力涡轮机中的至少一个风力涡轮机连接,缆绳被布置使得相应缆绳从沿所述风力涡轮机的所述支撑结构的所述纵向轴线的彼此不同的至少第一位置和第二位置延伸到沿其它风力涡轮机中的相应的至少一个风力涡轮机中的每个支撑结构的所述纵向轴线的对应的彼此不同的至少第一位置和第二位置。

[0012] 也就是说,所述多个风力涡轮机中的每个风力涡轮机借助于缆绳与其它风力涡轮机中的至少一个风力涡轮机连接,使得所述多个风力涡轮机相互连接。

[0013] 当位于海上地址处时,所述多个风力涡轮机可能遭受由外部条件引起的力。

[0014] 所述缆绳可被布置使得沿所述多个风力涡轮机中的每个风力涡轮机的所述支撑结构的所述纵向轴线的所述至少第一位置和第二位置之间的距离是这样的距离,以便阻

碍、抑制和/或反变化由于由外部条件在所述多个风力涡轮机中的每个风力涡轮机的所述支撑结构的指向和/或位置中所引起的相对于与重力轴线平行的垂直方向的力,该力在指向中的所述变化将使所述支撑结构的所述纵向轴线相对于所述垂直方向的倾斜角超过预定角度。

[0015] 因此,沿所述多个风力涡轮机中的每个风力涡轮机的所述支撑结构的所述纵向轴线的所述至少第一位置和第二位置之间的距离可以是这样的距离,以便对抗所述多个风力涡轮机中的每个风力涡轮机遭受的由外部条件所引起的力,使所述多个风力涡轮机中的每个风力涡轮机稳定。

[0016] 所述预定角度的量级可以考虑每个风力涡轮机的所述支撑结构或塔相对于所述垂直方向的诸如以上所描述的非零目标倾斜角。

[0017] 如以上所论述的,借助于本发明,可以实现一种提供海上风力涡轮机机组,例如,作为风电厂的一部分或构建风电厂的更经济的方式。

[0018] 借助于根据本发明的所述缆绳布置来互连所述多个风力涡轮机,可以减少或者甚至完全消除所需的在风力涡轮机机组中将每个风力 涡轮机或每个风力涡轮机的所述支撑结构锚定或系泊到所述海底。本发明可允许只有一个或多个例如位于所述风力涡轮机机组的周界的风力涡轮机被锚定。这将在以下进一步描述。

[0019] 根据本发明的所述缆绳布置来互连所述多个风力涡轮机可允许简化所述风力涡轮机机组的电力汇集系统,例如用于汇集、输送和/或分配由相应的风力涡轮机所产生的电力,因为此类电力汇集系统可以与所述缆绳布置集成在一起进行布置,或者甚至由所述缆绳布置构成。这将在以下进一步描述。

[0020] 通过本发明减少或甚至避免所需的诸如单桩基础的基础结构,根据本发明的风力涡轮机机组的海上地址处的安装过程可能蕴含降低的复杂度。虽然,申请人不希望绑定到任何理论,但是可以预期根据本发明的风力涡轮机机组可以以下列方式被安装在海上地址处。包括在所述机组中的所述风力涡轮机以某种形式被放置在接近海岸的相对较浅的水中。然后,借助于拖船等,将所述风力涡轮机牵引或拖拽到海上的期望地址。一旦每个风力涡轮机基本位于相对于其它风力涡轮机的期望地址,则安装所述缆绳布置。可能地,位于所述风力涡轮机机组周界处的所述风力涡轮机中的一个或若干风力涡轮机被连接到海床。

[0021] 所述支撑结构例如可以包含所述相应的风力涡轮机的塔和/或半潜式平台。

[0022] 因此,所述缆绳可被布置以便从所述相应的风力涡轮机的塔延伸,和/或以便从例如被适配为支撑所述塔的半潜式平台等延伸。

[0023] 外部条件可包含所述多个风力涡轮机中的每个风力涡轮机遭受的环境载荷,诸如变化强度和方向的风、水流和/或波浪施加在每个风力涡轮机上的力。因此,由外部条件所引起的力可以是由正遭受例如变化强度和方向的风、水流和/或波浪的风力涡轮机和/或支撑结构所引起的作用在所述风力涡轮机或所述风力涡轮机的支撑结构上的力。

[0024] 在本发明的上下文中,缆绳意味着链条、线材、绳索、和/或粗缆等。这些中的每一个可由诸如钢铁、聚合物、金属、合金和/或其混合 物的合适的材料组成。

[0025] 在本申请的上下文中,粗缆意味着通常用于系泊或拖拽船只或轮船的相对粗的缆绳或绳索。

[0026] 所述重力轴线可以与重力场的方向平行。

[0027] 缆绳中的每一种缆绳都可有预定的张力,其中在所述相应的缆绳中的每一种缆绳中的所述预定张力是如下张力,以便阻碍由于由外部条件在所述多个风力涡轮机中的每一个风力涡轮机的所述支撑结构的指向中相对于所述垂直方向所引起的力的变化。

[0028] 所述海上风力涡轮机机组可包含张力控制设备,其被适配为调节缆绳中的张力,以便阻碍以上提及的由于由外部条件在所述多个风力涡轮机中的每一个风力涡轮机的所述支撑结构的指向中相对于所述垂直方向所引起的力的变化,在指向中的所述变化将使所述塔的所述纵向轴线相对于所述垂直方向的倾斜角超过预定角度。

[0029] 借助于此类张力控制设备,可以实现缆绳中张力的主动调节和/或被动调节和/或控制。这将在以下进一步论述。

[0030] 所述张力控制设备可被适配为独立地调节相应缆绳中的张力,以便阻碍由于由外部条件在所述多个风力涡轮机中的每一个风力涡轮机的所述支撑结构的指向中相对于所述垂直方向所引起的力的变化。因此,可相对于其它缆绳中的张力调节,独立地调节每个缆绳中的张力。

[0031] 借助于所述张力控制设备,可以实现缆绳中张力的被动调节和/或控制。为此,所述张力控制设备例如可包含用于实现缆绳中的张力调节的弹簧构件、机械摆构件和波浪导向构件中的至少一个构件。这个列表不是穷尽性的。

[0032] 所述波浪导向构件可适用于阻碍、减少或反向来自打击所述多个风力涡轮机中的每一个风力涡轮机的所述支撑结构的波浪,以便阻碍、减少或抵消引起所述支撑结构的非期望运动或倾斜的力。

[0033] 替代地或可选地,借助于所述张力控制设备,可实现缆绳中张力的主动调节和/或控制。为此,所述海上风力涡轮机机组可包含指向传感器,其被适配为感测所述多个风力涡轮机中的每一个风力涡轮机的所述支撑结构的所述纵向轴线相对于所述垂直方向的所述倾斜角。所述张力控制设备可被适配为基于所感测的倾斜角来调节缆绳中的张力,以便阻碍由于由外部条件在所述多个风力涡轮机中的每一个风力涡轮机的所述支撑结构的指向中相对于所述垂直方向所引起的力的变化。

[0034] 替代地或可选地,所述海上风力涡轮机机组可包含张力传感器,其被适配为感测相应的缆绳中的张力。所述张力控制设备可被适配为基于在所述相应缆绳中所感测的张力来调节缆绳中的张力,以便阻碍由于由外部条件在所述多个风力涡轮机中的每一个风力涡轮机的所述支撑结构的指向中相对于所述垂直方向所引起的力的变化。

[0035] 替代地或可选地,所述海上风力涡轮机机组可包含运行状态传感器,其被适配为感测相应的缆绳的运行状态。所述张力控制设备可被适配为基于在所述各自缆绳中所感测的运行状态来调节缆绳中的张力,以便阻碍由于由外部条件在所述多个风力涡轮机中的每一个风力涡轮机的所述支撑结构的指向中相对于所述垂直方向所引起的力的变化。

[0036] 缆绳的运行状态例如可包含缆绳故障,即所述缆绳已经停止如预期的运转的状态,例如由于所述缆绳到支撑结构的连接被释放或丢失。缆绳的运行状态可包含缆绳退化使得所述缆绳不能承受预定的张力的状态。

[0037] 替代地或可选地,所述运行状态传感器可被适配为例如感测风力涡轮机是处于空闲状态,即不产生任何电力或只产生低于预定阈值的电力,还是处于非空闲状态和/或风力涡轮机是否已经从所述风力涡轮机机组中移除,例如,为了维修等暂时地从所述风力涡轮

机机组中移除。基于所述感测,所述张力控制设备可被适配为调节缆绳中的张力,以便阻碍由于由外部条件在所述多个风力涡轮机中的每一个风力涡轮机的所述支撑结构的指向中相对于所述垂直方向所引起的力的变化。

[0038] 所述运行状态传感器可被适配为感测相应的缆绳是否与预定的缆绳故障标准相符合。在至少一个缆绳与所述预定的故障标准相符合的条件下,所述张力控制设备可被适配为调节缆绳中的张力,以便阻碍由于由外部条件在所述多个风力涡轮机中的每一个风力涡轮机的所述支撑结构的指向中相对于所述垂直方向所引起的力的变化。

[0039] 如以上所描述的所述运行状态传感器的所述感测可基于所述张力控制设备的运行由处理单元来执行,所述处理单元运行用于控制所述张力控制设备的适当的计算机可执行指令或软件。

[0040] 例如,在所述缆绳中的一个或多个缆绳故障的情况下,可对所述缆绳中的一个或多个缆绳,或全部缆绳中的张力进行重新调节,以便补偿或考虑已故障的缆绳或多个缆绳。

[0041] 所述与所述预定缆绳故障标准相符合例如可以基于模糊逻辑或一些其它形式的逻辑或统计。

[0042] 另外或可选地,所述海上风力涡轮机机组可包含一些“冗余”缆绳作为在一个或多个缆绳故障的情况下的安全措施,所述冗余缆绳以如前述中所描述的相同方式互连风力涡轮机。用这种方式,可以确保在缆绳中一个或多个缆绳万一故障的情况下仍起作用的缆绳通过它们的布置能够阻碍由于由外部条件在所述多个风力涡轮机中的每一个风力涡轮机的所述支撑结构的指向中相对于所述垂直方向所引起的力的变化。

[0043] 在本申请的上下文中,冗余缆绳意味着通常不需要该缆绳以便管理以阻碍由于由外部条件在所述多个风力涡轮机中的每一个风力涡轮机的所述支撑结构的指向中相对于所述垂直方向所引起的力的变化,而是在所述缆绳中的一个或多个缆绳故障的情况下需要这些缆绳。

[0044] 这种冗余缆绳例如可以被布置在环境载荷预期较高的所述风力涡轮机机组中。即,这种冗余缆绳可被布置以便互连位于所述风力涡轮机机组中环境载荷期望较高的位置处的所述风力涡轮机,例如在位于所述风力涡轮机机组的周界处的风力涡轮机处,在风力涡轮机机组的周界处,风、波浪和/或水流在其各自主导方向中直接打击所述风力涡轮机机组。

[0045] 此类冗余缆绳例如可被布置为在沿相应风力涡轮机的所述支撑结构的所述纵向方向的不同层之间延伸。

[0046] 此类冗余缆绳例如可被布置为在所述风力涡轮机机组中位于彼此相互相邻的风力涡轮机之间延伸。

[0047] 替代地或可选地,此类冗余缆绳例如可被布置为在所述风力涡轮机机组中的不相邻的风力涡轮机之间延伸,即不是在所述风力涡轮机机组中最邻近的风力涡轮机之间,而是例如在所述风力涡轮机机组中的下一个最邻近的风力涡轮机之间或甚至在所述风力涡轮机机组中位于所述风力涡轮机机组内的更远离的风力涡轮机之间。

[0048] 所述张力控制设备可被适配为调节缆绳中的张力,使得所述多个风力涡轮机中的每个风力涡轮机的所述支撑结构的所述纵向轴线相对于所述垂直方向的所述倾斜角在预定的角度范围内。在相对于所述垂直方向的几度的角度范围内的相对于所述垂直方向的倾

斜角可被容忍例如一到五度。例如,所述预定的角度范围可包含从 -3° 到 $+3^{\circ}$ 。

[0049] 为实现缆绳中张力的主动调节和/或控制,所述张力控制设备例如可包含用于实现缆绳张力调节的电机驱动单元,诸如卷线机或绞车、电气构件、液压构件、气动构件、线性致动器构件和/或摩擦盘构件。这个列表不是穷尽的。

[0050] 所述液压构件例如可以包含液压卷线机和/或绞车构件。

[0051] 根据一个示例,所述张力控制设备包含用于实现缆绳中的张力调节的诸如液压卷线机构件的液压构件和/或与电机耦合诸如气动卷线机构件的气动构件。

[0052] 所述电机可由为了调节缆绳中的张力而运行适当的计算机可执行指令或软件的处理单元来操作,以便阻碍由于由外部条件在所述多个风力涡轮机中的每一个风力涡轮机的所述支撑结构的指向中相对于所述垂直方向所引起的力的变化。所述缆绳中的张力调节例如可以基于所述电机上的负载来执行,其可指示当所述风力涡轮机位于所述海上地址时所遭受的由外部条件所引起的力的数量级。

[0053] 所述线性致动器构件可以是机械类型、电气机械类型、液压类型、气动类型、压电类型等。此列表不是穷尽性的。

[0054] 所述海上风力涡轮机机组可包含控制模块,其被适配为监测和/或控制所述多个风力涡轮机中的每个风力涡轮机的运行。

[0055] 所述海上风力涡轮机机组可包含运行状态传感器,其被适配为感测相应缆绳的运行状态。

[0056] 所述运行状态传感器可适用于感测相应缆绳是否符合预定的缆绳故障标准。在至少一个缆绳与所述预定的故障标准相符的条件下,所述控制模块可被适配为至少立刻使与与所述预定的故障标准相符的至少一个缆绳耦合的至少一个风力涡轮机停用。

[0057] 例如,在缆绳中的一个缆绳要故障的情况下,可关掉风力涡轮机中的一个或多个风力涡轮机的电机。可关掉与已经故障的缆绳耦合的一个风力涡轮机或多个风力涡轮机中的至少一个电机或多个电机。通过关掉电机,所述电机上的负载,进而整个风力涡轮机上的负载可变的更小,这是由于与所述电机旋转相比,当关掉所述电机时所述电机遭受更小的风力。

[0058] 在已经停用风力涡轮机的情况下,所述风力涡轮机可以至少暂时地设有合适的补充压舱物或附加压舱物,以便增加所述风力涡轮机的支撑结构的稳定性,有关于所述支撑结构的所述纵向轴线相对于所述垂直方向的倾斜角的偏离以致于超过预定角度。

[0059] 为了至少暂时地使风力涡轮机装有补充压舱物或附加压舱物,诸如水和/或沙子的合适的介质例如可以以使得所述支撑结构的重心朝向所述支撑结构的水下部分的更低端转移的方式,注入到所述风力涡轮机的所述支撑结构的中空部分。当不再需要时,所述沙子和/或水可以从所述支撑结构的所述中空部分抽出。

[0060] 所述海上风力涡轮机机组可包含至少一个锚构件,其被适配为锚定所述风力涡轮机机组。所述至少一个锚构件可连接到相对于所述风力涡轮机机组,即相对于所述多个风力涡轮机中的全部风力涡轮机被周边地布置的至少一个风力涡轮机。

[0061] 借助于所述缆绳布置将根据本发明的所述风力涡轮机机组中的所述风力涡轮机进行互连,可以不需要所述风力涡轮机机组中的每个风力涡轮机的系泊,例如将每个风力涡轮机连接到海床。例如,可以只锚定位于所述风力涡轮机机组的周界处,即在所述风力涡轮

轮机机组的“边缘”处的一个或多个风力涡轮机。通过此类配置,所述风力涡轮机机组的锚定或系泊可以变得较不复杂,这是由于可以不需要锚定或系泊所述风力涡轮机机组中的每个风力涡轮机或每个风力涡轮机的所述支撑结构。相反,与所述机组中的每个风力涡轮机将必须被单独地锚定或系泊到海底的情况相比,这可要求与在海上位置处安装所述风力涡轮机机组相关联的更少的成本。

[0062] 所述至少一个锚构件可以是任何适当的能够系泊一个或多个可漂浮风力涡轮机的锚构件。例如,所述至少一个锚装置可包含吸力锚。

[0063] 所述海上风力涡轮机机组可被适配为被安装在海上的近海地址处。所述至少一个锚构件可以是可释放地连接到海底。

[0064] 所述海上风力涡轮机机组可包含互连所述多个风力涡轮机中的每个风力涡轮机的电力汇集和/或通信系统。所述电力汇集和/或通信系统可被适配为至少汇集、输送和/或分配由所述多个风力涡轮机中的所述相应的风力涡轮机所产生的电力,和/或传送用于至少监测和/或控制所述相应的风力涡轮机的运行状态的去往和/或来自所述多个风力涡轮机中的所述相应的风力涡轮机的控制信号。

[0065] 所述电力汇集和/或通信控制系统例如可以被适配为向所述海上风力涡轮机机组可连接的电网,至少汇集、输送和/或分配由所述多个风力涡轮机中的所述相应的风力涡轮机所产生的电力。因此,所述海上风力涡轮机机组可构成发电厂或被包含在发电厂中。所述电网例如可包含用于向通常位于相对于所述发电厂较远距离的用户供应电力的风力发电厂汇集网或电网、或公用电网。

[0066] 所述电力汇集和/或通信系统可以至少部分地与互连所述多个风力涡轮机的所述缆绳中的至少一些缆绳整体地布置。

[0067] 替代地或可选地,所述电力汇集和/或通信系统可以至少部分地包含在互连所述多个风力涡轮机的所述缆绳中的至少一些缆绳中。

[0068] 因此,互连根据本发明的所述风力涡轮机机组中的所述风力涡轮机的所述缆绳布置可另外用于例如汇集、输送和/或分配由所述多个风力涡轮机中的相应的风力涡轮机所产生的电力。由所述多个风力涡轮机中的所述相应风力涡轮机所产生的电力可在所述风力涡轮机机组自身内和/或向所述海上风力涡轮机机组可连接的电网进行输送和/或分配。通过此类配置,由于直接从支撑结构到支撑结构,例如从塔到塔对所述风力涡轮机进行连接,简化了电力汇集网格,减少或者甚至消除对将每个风力涡轮机连接到安装在海底上的海底连接器的导体的需求。

[0069] 沿风力涡轮机的所述支撑结构的所述纵向轴线的所述相应的至少两个不同位置可包含沿所述风力涡轮机的所述支撑结构的所述纵向轴线的至少一个第一位置和第二位置。所述第一位置可位于沿所述风力涡轮机的所述支撑结构的所述纵向轴线的较低水下位置,并且所述第二位置可位于沿所述风力涡轮机的所述支撑结构的所述纵向轴线的较高非水下位置。

[0070] 因此,所述第二位置可在所述吃水线或水平面的上面,并且所述第一位置可在所述吃水线的下面。

[0071] 根据另一个示例,所述第一位置和第二位置都可位于沿所述风力涡轮机的所述支撑结构的所述纵向轴线的相应的水下位置。因此所述第一位置和所述第二位置都可位于所

述吃水线的下面。所述第一位置和第二位置中的一个位置可位于沿所述风力涡轮机的所述支撑结构的所述纵向轴线的较低水下位置,并且另一个位置可位于沿所述风力涡轮机的所述支撑结构的所述纵向轴线的低于但是接近于所述吃水线。

[0072] 根据又一个示例,所述第一位置和第二位置都可位于所述吃水线的上面。

[0073] 所述风力涡轮机可包含被布置在所述风力涡轮机的所述支撑结构的较高非水下端部处的转子。所述第二位置可位于沿所述风力涡轮机的所述支撑结构的所述纵向轴线距离所述较高非水下端部的一段距离处,所述距离等于或超过所述转子的半径。

[0074] 术语转子半径可蕴含在所述转子叶片的旋转期间由包含在所述转子中的多个转子叶片的尖端的旋转所限定的圆路径的半径。因此,所述风力涡轮机可包含转子,该转子包含多个转子叶片,例如两个、三个、四个、五个或六个或更多的转子叶片。

[0075] 也就是说,所述第二位置可位于这种位置,其使得当所述转子叶片旋转时,从所述第二位置沿所述支撑结构的所述纵向轴线延伸的缆绳偏离所述风力涡轮机的转子的转子叶片。

[0076] 替代地或可选地,所述第二位置可以位于这种位置,其使得诸如船只的海船能够在从所述第二位置沿所述支撑结构的所述纵向轴线延伸的缆绳下通过。

[0077] 所述第一位置可位于所述风力涡轮机的所述支撑结构的较低水下端部。

[0078] 虽然申请人不希望由任何理论来约束,但是期望布置所述缆绳使得沿所述多个风力涡轮机中的每个风力涡轮机的所述支撑结构的所述纵向轴线的所述第一位置和所述第二位置之间的距离(例如互连所述风力涡轮机的两个相应的缆绳网和网络的层之间的距离),变得如可进行管理的距离那么大,以便增加阻碍由于由外部条件在所述多个风力涡轮机中的每个风力涡轮机的所述支撑结构的指向中相对于所述垂直方向所引起的力的有效性和/或能力。

[0079] 从所述多个风力涡轮机中的至少一个风力涡轮机的所述支撑结构延伸的所述缆绳可以借助于被布置在所述支撑结构上的耦合单元与所述支撑结构进行耦合,以便使能所述支撑结构围绕其纵向轴线旋转。

[0080] 例如,所述耦合单元可以例如借助于可旋转地并可能共轴地安装在所述支撑结构上的旋转接头或类似装置,基本上可自由围绕所述支撑结构的所述纵向轴线旋转。

[0081] 因此,从风力涡轮机的所述支撑结构延伸的所述缆绳可耦合到所述支撑结构和/或风力涡轮机,例如以允许所述支撑结构围绕其纵向轴线旋转。

[0082] 此类配置可以除了其他以外允许所述支撑结构的旋转,以便“跟随”风的方向,而这反过来允许所述风力涡轮机的机舱和/或转子跟随风的方向。在所述风力涡轮机的所述转子具有顺风类型,即其中所述转子被布置在所述支撑结构的背风侧的情况下,这可能是特别有用的。因此,此类配置可允许到利用其中所述转子被布置在所述支撑结构的下风向的风力涡轮机,这尤其可减少或甚至消除对用于使所述转子不断地面向风的偏航机构的需求,诸如在逆风类型的风力涡轮机中,其中在风力到达其所述支撑结构之前,风力通常先到达所述转子。

[0083] 替代地,从所述多个风力涡轮机中的至少一个所述风力涡轮机的所述支撑结构延伸的所述缆绳,可以例如借助于螺钉和/或铆钉,固定地布置在所述支撑结构上。

[0084] 替代地或可选地,所述支撑结构可包含可旋转地被布置在所述支撑结构上的机舱

和/或转子,以便使能所述机舱和/或转子围绕所述支撑结构的所述纵向轴线或偏航轴线旋转。例如所述机舱和/或转子可以围绕所述支撑结构的所述纵向轴线或偏航轴线旋转,以便连续地面向风。

[0085] 所述多个风力涡轮机中的至少一个风力涡轮机的所述支撑结构可被布置使得向所述支撑结构提供浮力。例如,所述支撑结构可包含向所述支撑结构提供浮力的中空部分。

[0086] 替代地或可选地,所述多个风力涡轮机中的至少一个风力涡轮机的所述支撑结构可包含被适配为向所述支撑结构提供浮力的浮力构件。此类的浮力构件可以由被适配为向所述支撑结构提供浮力的所述支撑结构的一部分来构成,例如具有比所述支撑结构的其它段或部分更大周长的所述支撑结构的段或部分。

[0087] 所述浮力构件可包含至少一个浮力室,其耦合到所述支撑结构。所述至少一个浮力箱可包含被适配为向所述支撑结构提供浮力的介质。此类介质例如可包含空气。

[0088] 根据本发明的第二方面,提供了风力涡轮机发电厂,其包含根据本发明的海上风力涡轮机机组。

[0089] 在以下,借助于示例性实施例描述了本发明的进一步目的和优点。

[0090] 需要注意的是,本发明涉及在权利要求中所列举的所有可能的特征组合。当学习所附权利要求和以下描述时,本发明的进一步特征和优点将变得明显。本领域的技术人员将认识到本发明的不同特征可以进行组合,以创造不同与以下所描述的那些实施例的实施例。

附图说明

[0091] 以下将参照附图描述本发明的示例性实施例,其中:

[0092] 图1a至图1d是根据本发明的示例性实施例的海上风力涡轮机机组的示意图;

[0093] 图2是根据本发明的一个示例性实施例的风力涡轮机的示意图;

[0094] 图3是根据本发明的一个示例性实施例的风力涡轮机的示意图;

[0095] 图4a和图4b是根据本发明的示例性实施例的海上风力涡轮机机组的示意图;

[0096] 图5是根据本发明的一个示例性实施例的海上风力涡轮机机组的示意框图;

[0097] 图6是根据本发明的一个示例性实施例的风力发电厂的示意框图。

[0098] 在附图中,在所有视图中相同附图标记表示相同或相似元件。

具体实施方式

[0099] 现在,在下文中将参照附图更充分地描述本发明,其中示出了本发明的示例性实施例。然而,本发明可以以许多不同的形式来体现,并且不应当被理解为限制于本文所阐述的实施例;相反,作为示例提供了这些实施例,以便本公开将本发明的范围传达给本领域的技术人员。此外,在全文中相同的数字指相同或相似的元件或机组。

[0100] 现参照图1a,示出了根据本发明的一个示例性实施例的海上风力涡轮机机组100的示意图。

[0101] 海上风力涡轮机机组100包含多个风力涡轮机102,在图1a中示出了这些风力涡轮机中的三个风力涡轮机。不是包含在风力涡轮机机组100中的所有风力涡轮机都在图1a中示出。因此,风力涡轮机机组100可包含多于三个风力涡轮机,例如数十个或数百个或更多

的风力涡轮机。然而,风力涡轮机机组可以只包含两个风力涡轮机,这将在以下参照图1c和图1d进一步描述。

[0102] 每个风力涡轮机102包含转子104以及机舱108,转子包含多个叶片106。机舱108可包括一个或多个部件,诸如发电机、传动装置、驱动链、齿轮箱等。机舱108中的个体部件未在图1中示出。每个风力涡轮机102包含诸如柱或塔的以细长构件形式的支撑结构110,在以下被称为塔。每个塔110具有纵向轴线111。

[0103] 图1a描绘了当海上风力涡轮机机组位于海上位置时的情况。附图标记112指示吃水线或水平面。

[0104] 当风力涡轮机102位于海上位置或地址时,其被适配为可漂浮在水中。风力涡轮机102中的每个风力涡轮机的浮力可由相应塔110的布置来提供。例如,塔110可被布置以便包含用于向风力涡轮机102提供浮力的包含空气的中空管或类似物。

[0105] 如在图1a中所描绘的,当每个风力涡轮机102的塔110位于海上地址时,其被适配为部分地浸没于水中,具有塔110的第一部分和第二部分,塔110的被浸没的第一部分被布置在吃水线112的下面,塔110的未被浸没的第二部分被布置在吃水线112的上面。

[0106] 还参照图1a,多个风力涡轮机102中的每个风力涡轮机102借助于缆绳114与风力涡轮机机组100中的其他风力涡轮机102中的至少一个风力涡轮机(不是包含在风力涡轮机机组100中的所有风力涡轮机都在图1a中示出)连接,所述缆绳被布置使得相应缆绳114从沿风力涡轮机102的塔110的纵向轴线111的至少两个不同位置延伸 到沿其它风力涡轮机102中的相应的至少一个风力涡轮机102的中的每个塔110的纵向轴线111的对应的至少两个位置。

[0107] 每个缆绳114可包含链条、线材、绳索、和/或粗缆,或由链条、线材、绳索、和/或粗缆构成。链条、线材、绳索、和/或粗缆中的每一个都可由合适的材料组成,例如钢铁、聚合物、金属、合金和/或其混合物。

[0108] 缆绳114中的每个缆绳可具有预定的张力。

[0109] 当多个风力涡轮机102位于海上地址时,其遭受由外部条件所引起的力,诸如所述多个风力涡轮机102中的每个风力涡轮机102遭受的环境载荷,诸如变化强度和方向的风、水流和/或波浪施加在每个风力涡轮机102上的力。

[0110] 还参照图1a并且也参照图2,缆绳114被布置使得沿多个风力涡轮机102中的每个风力涡轮机的塔110的纵向轴线111的至少两个不同位置之间的距离是这样的距离,以便阻碍由于由外部条件在多个风力涡轮机102中的每个风力涡轮机的塔110的指向中相对于与重力轴线116平行的垂直方向所引起的力的变化,在指向中的所述变化将引起塔110的纵向轴线相对于垂直方向的倾斜角 α 超过预定角度。

[0111] 在相应缆绳114中的每个缆绳中的预定张力可以是如下张力,以便阻碍由于由外部条件在多个风力涡轮机102中的每个风力涡轮机的塔110的指向中相对于垂直方向所引起的力的变化。

[0112] 参照附图描述的实施例是指缆绳被布置以便从沿风力涡轮机机组中的每个风力涡轮机的塔的纵向轴线的位置延伸的情况。替代地或可选地,缆绳可被布置以便从相应的风力涡轮机的支撑结构的一段的不同部分延伸。例如,缆绳可被布置以便从支撑塔的半潜式平台等(未在附图中示出)延伸。

[0113] 在图2中,为了图示本发明的原理夸大地示出了角度 α 。相对于垂直方向的倾斜角 α 在相对于垂直方向的很小的角度范围内可被容许,例如一度到五度。例如,所述范围可以从约 -3° 至 $+3^\circ$ 。

[0114] 还参照图1a,从风力涡轮机102的塔110延伸的缆绳114可以借助于被布置在塔110上的耦合单元117与塔110耦合,以便使能塔110围绕其纵向轴线111旋转。

[0115] 耦合单元117例如可以围绕塔110的纵向轴线111基本上自由地旋转。这可借助于可旋转地并可能共轴地安装在塔110上的旋转接头或类似装置(未在图1a中示出)来实现。因此,塔110可被允许经受围绕其纵向轴线111旋转。

[0116] 根据一个示例(未在图1a中示出,见图1c),风力涡轮机机组100中的每个风力涡轮机102的塔110可以设有耦合单元117,以便使能相应塔110围绕其纵向轴线111旋转。

[0117] 如图1a中所描绘的,沿风力涡轮机102的塔110的纵向轴线111的相应的两个不同位置可包含沿风力涡轮机102的塔110的纵向轴线111的第一位置和第二位置。所述第一位置可以位于沿风力涡轮机102的塔110的纵向轴线111的较低的水下位置,即在吃水线112的下面。所述第二位置可以位于沿风力涡轮机102的塔110的纵向轴线111的较高的非水下位置,即在吃水线112的上面。

[0118] 取决于转子104的直径以及塔110的长度,根据一个示例所述第二位置可位于吃水线112以上的大约60-70米。

[0119] 根据一个示例,第一位置可位于吃水线112以下的大约40米。

[0120] 第二位置可位于使得从沿塔110的纵向轴线111的第二位置延伸的缆绳114未挡住当叶片106旋转时风力涡轮机102的转子104的叶片106的路径。为此,第二位置可位于沿塔110的纵向轴线111距离其较高的未浸没端部的一段距离处,所述距离等于或超过转子104的半径。

[0121] 通常,能够产生大约2MW或更多的风力涡轮机的转子具有大约40米的半径。能够产生大约5-10MW的风力涡轮机的转子通常具有大约60-72米或更多的半径。

[0122] 优选地,第二位置位于使得诸如船只的海船能够在从沿塔110的纵向轴线111的第二位置延伸的缆绳114下通过。

[0123] 为了增加阻碍由于由外部条件在多个风力涡轮机102中的每个风力涡轮机的塔110的指向中相对于垂直方向所引起的力的变化的有效性和/或能力,期望沿多个风力涡轮机102中的每个风力涡轮机的塔110的纵向轴线111的第一位置和第二位置之间的距离是如可行地进行管理的距离那么大。

[0124] 可以预期沿多个风力涡轮机102中的每个风力涡轮机的塔110的纵向轴线111的第一位置和第二位置之间的距离可以在大约40米至140米之间,取决于塔110的长度以及转子104的半径等。

[0125] 根据在图1b中描绘的另一个示例,第一位置和第二位置都可邻近地位于沿多个风力涡轮机102中的每个风力涡轮机的塔110的纵向轴线111的相应的水下位置。因此,第一位置和第二位置都可位于吃水线112的下面。可以预期,根据这个示例沿多个风力涡轮机102中的每个风力涡轮机的塔110的纵向轴线111的第一位置和第二位置之间的距离可以至少是大约40米。

[0126] 还参照图1b,如在前面所描述的,海上风力涡轮机机组100可以可选地包含一个或

多个冗余缆绳114a,其作为在一个或多个缆绳114故障的情况下的安全措施。此类冗余缆绳114a例如可根据图1b中所描绘的示例性布置来进行布置。

[0127] 现在参照图1c,示出了根据本发明的一个示例性实施例的海上风力涡轮机机组100的示意图。海上风力涡轮机机组100包含两个风力涡轮机102。

[0128] 具有与图1a或图1b中所指示的部件对应附图标记的图1c中所指示的部件与参照图1a或图1b所描述的相应的部件类似或相同,并且其功能与参照图1a或图1b所描述的相应的部件的功能类似或相同。

[0129] 图1c描绘了当海上风力涡轮机机组100位于海上位置时的情况。

[0130] 如图1c所描绘的,若干系泊缆绳或线121实现将相应的风力涡轮机102连接到海床(未在图1c中示出)。

[0131] 现在参照图1d,示出了从上面看到的海上风力涡轮机机组100,即沿基本平行于垂直方向的方向。

[0132] 现在参照图3,示出了根据本发明的一个示例实施例的风力涡轮机102的示意图。

[0133] 风力涡轮机102包含被适配为向塔110提供浮力的浮力构件118。

[0134] 在图3中,浮力构件118被描绘为布置在塔110上的半潜式构件。替代地,浮力构件可以由被适配为向塔提供浮力的塔110的一部分构成。例如,塔110的此类一部分例如可包含具有比塔110的其它段或部分更大周长的塔110的段或部分。

[0135] 现在参照图4a和图4b,如从上方可以看到,示出了根据本发明的示例性实施例的海上风力涡轮机机组100的示意图。图4a和图4b中的每一个图都描绘了海上风力涡轮机机组100的一部分。

[0136] 图4a和图4b描绘了当相应的海上风力涡轮机机组100位于海上位置的情况。

[0137] 风力涡轮机机组100中的每个风力涡轮机机组包含诸如在以上已经描述的借助于缆绳114互连的多个风力涡轮机102。在图4a和图4b中,只有一些风力涡轮机102以及一些缆绳114由附图标记指示。

[0138] 如在图4a和图4b中所示出的,风力涡轮机102可以以平行排列的风力涡轮机102被布置在海上地址处,使得如图4b中所描绘的使相邻行的风力涡轮机102彼此相互交错,或者使得如图4a中所描绘的使相邻行的风力涡轮机102不彼此相互交错,而是如从上面可以看到形成正方形图案。

[0139] 如在图4a和图4b中所描绘的风力涡轮机机组100中的风力涡轮机102的相互之间的布置是示例性的。其它布置也是可能的,例如,如从上面看,风力涡轮机102形成六边形、三角形、五边形或星形图案的布置。

[0140] 风力涡轮机机组100中的相邻风力涡轮机102之间的距离通常大约是风力涡轮机102的转子的直径的七倍。然而,风力涡轮机机组100中的相邻风力涡轮机102之间的距离可以更大,大约是风力涡轮机102的转子的直径的十倍至十五倍,这对于相应的风力涡轮机的电力生产的效率可能是有益的。根据一个示例,此类距离可限定风力涡轮机机组100中的相邻风力涡轮机102之间的最小距离。

[0141] 借助于根据本发明的互连风力涡轮机机组100中的风力涡轮机102的缆绳114的布置,可以减少或者甚至完全消除对将风力涡轮机机组100中的每个风力涡轮机102单独地锚定或系泊到海底的需求。相反地,可以只在风力涡轮机机组100中的位于风力涡轮机机组

100的周界处,即在风力涡轮机机组100的“边缘”处的一个或多个风力涡轮机102处实现将风力涡轮机机组100锚定或系泊到海底。这在图4a和图4b中由被适配为锚定风力涡轮机机组100的例如吸力锚的锚构件120进行了图示。

[0142] 根据一个示例,位于风力涡轮机机组100的周界处中的风力涡轮机机组100中的所有风力涡轮机102被锚定或系泊到海底(参见图1c和图1d)。

[0143] 参照图4a,如在以上关于图1a和图1b中所描述的,海上风力涡轮机机组100可以可选地包含一个或多个冗余缆绳114a作为在一个或多个缆绳114故障的情况下的安全措施。此类冗余缆绳114a例如可以根据在图4a中所示出的示例性布置中的任何一个示例性布置来进行布置。

[0144] 现参照图5,示出了根据本发明的一个示例性实施例的海上风力涡轮机机组100的示例框图。

[0145] 海上风力涡轮机机组100包含多个风力涡轮机102,在图5中只由附图标记指示了其中的一些风力涡轮机。在图5中所描绘的风力涡轮机102与参照图1a、图1b、图2和/或图3所描述的风力涡轮机102类似或相同,并且具有与参照图1a、图1b、图2和/或图3所描述的风力涡轮机102的功能类似或相同的功能。

[0146] 多个风力涡轮机102中的每个风力涡轮机102借助于缆绳(未在图5中示出,见图1a、图1b、图2和/或图3)与其它风力涡轮机102中的至少两个风力涡轮机连接。缆绳与参照图1a、图1b、图2和/或图3所描述的缆绳114类似或相同,并且具有与参照图1a、图1b、图2和/或图3所描述的缆绳114的功能类似或相同的功能。

[0147] 进一步参照图5,海上风力涡轮机机组100包含张力控制设备130,其被适配为调节缆绳中的张力,以便阻碍由于由外部条件在多个风力涡轮机102中的每个风力涡轮机的塔(未在图5中示出,见图1a、图1b、图2和/或图3)的指向中相对于垂直方向所引起的力的变化。

[0148] 借助于张力控制设备130,可实现缆绳中张力的主动调节和/或控制。

[0149] 为此,海上风力涡轮机机组100包含指向传感器140,其被适配为感测风力涡轮机102中的每个风力涡轮机的塔的纵向轴线相对于垂直方向的倾斜角。张力控制设备130被适配为基于所感测的倾斜角调节缆绳中的张力,以便阻碍由于由外部条件在多个风力涡轮机102中的每个风力涡轮机的塔的指向中相对于垂直方向所引起的力的变化。

[0150] 海上风力涡轮机机组100包含张力传感器150,其被适配为感测相应缆绳的张力。张力控制设备130可被适配为基于所感测的相应的缆绳的张力调节缆绳中的张力,以便阻碍由于由外部条件在多个风力涡轮机102中的每个风力涡轮机的塔的指向中相对于垂直方向所引起的力的变化。

[0151] 海上风力涡轮机机组100包含运行状态传感器160,其被适配为感测相应缆绳的运行状态。张力控制设备130可被适配为基于所感测的相应缆绳的运行状态调节缆绳中的张力,以便阻碍由于由外部条件在多个风力涡轮机102中的每个风力涡轮机的塔的指向中相对于垂直方向所引起的力的变化。

[0152] 指向传感器140、张力传感器150以及运行状态传感器160中的每一个传感器都是可选的。

[0153] 例如,张力控制设备130可以替代地或可选地包含用于实现缆绳中的张力调节的

与电动机耦合的诸如液压绞车的液压构件。此类配置未在图5中示出。此类电动机可由处理单元进行操作,该处理单元运行适当的计算机可执行的指令或软件以便调节缆绳中的张力,例如基于诸如在以上所描述的电动机上的负载,以便阻碍由于由外部条件在多个风力涡轮机中的每个风力涡轮机的塔的指向中相对于垂直方向所引起的力的变化。

[0154] 因此,张力感测功能可结合在张力控制设备中。

[0155] 运行状态传感器160的感测可由处理单元(未在图5中示出)执行,该处理单元基于张力控制设备130的操作,运行用于控制张力控制设备130的适当的计算机可执行的指令或软件。

[0156] 海上风力涡轮机机组100可包含控制模块170,其被适配为监测和/或控制风力涡轮机102中的每个风力涡轮机的运行。

[0157] 操作状态传感器160被适配为感测相应缆绳是否与预定的缆绳故障标准相符合。在缆绳与预定的故障标准相符合的情况下,控制模块被适配为至少立刻使与符合预定故障标准的缆绳耦合的至少一个风力涡轮机102停止运行。

[0158] 海上风力涡轮机机组100包含电力汇集和/或通信系统180。

[0159] 电力汇集和/或通信系统180可以被适配为至少汇集、输送和/或分配由相应的风力涡轮机102所产生的电力,和/或传送给往和/或来自相应的风力涡轮机102的用于监测和/或控制相应的风力涡轮机102的运行状态的控制信号。

[0160] 电力汇集和/或通信系统180至少部分地与互连风力涡轮机102的缆绳中的至少一些缆绳整体布置,和/或至少部分地包含在互连风力涡轮机102的缆绳中的至少一些缆绳中。因此,互连根据本发明的风力涡轮机机组100中的风力涡轮机102的缆绳布置例如可另外地用于汇集、输送和/或分配由相应风力涡轮机102所产生的电力。

[0161] 现在参照图6,示出了包含根据本发明的一个实施例的海上风力涡轮机机组100的风力发电厂200的示意框图。

[0162] 虽然,在附图和以上的描述中已经详细地说明和描述了本发明,但是此类说明和描述应当被认为是说明性或示例性,而非限制性;本发明不限制于所公开的实施例。从附图、本公开以及所附权利要求的学习中,在实践本发明中,本领域的技术人员可以理解并实现针对所公开实施例的其它变化。在相互不同的从属权利要求中所列举的某些措施的不争事实不表示这些措施的组合不能被有效地使用。在权利要求中的任何附图标记不应被认为是限制范围。

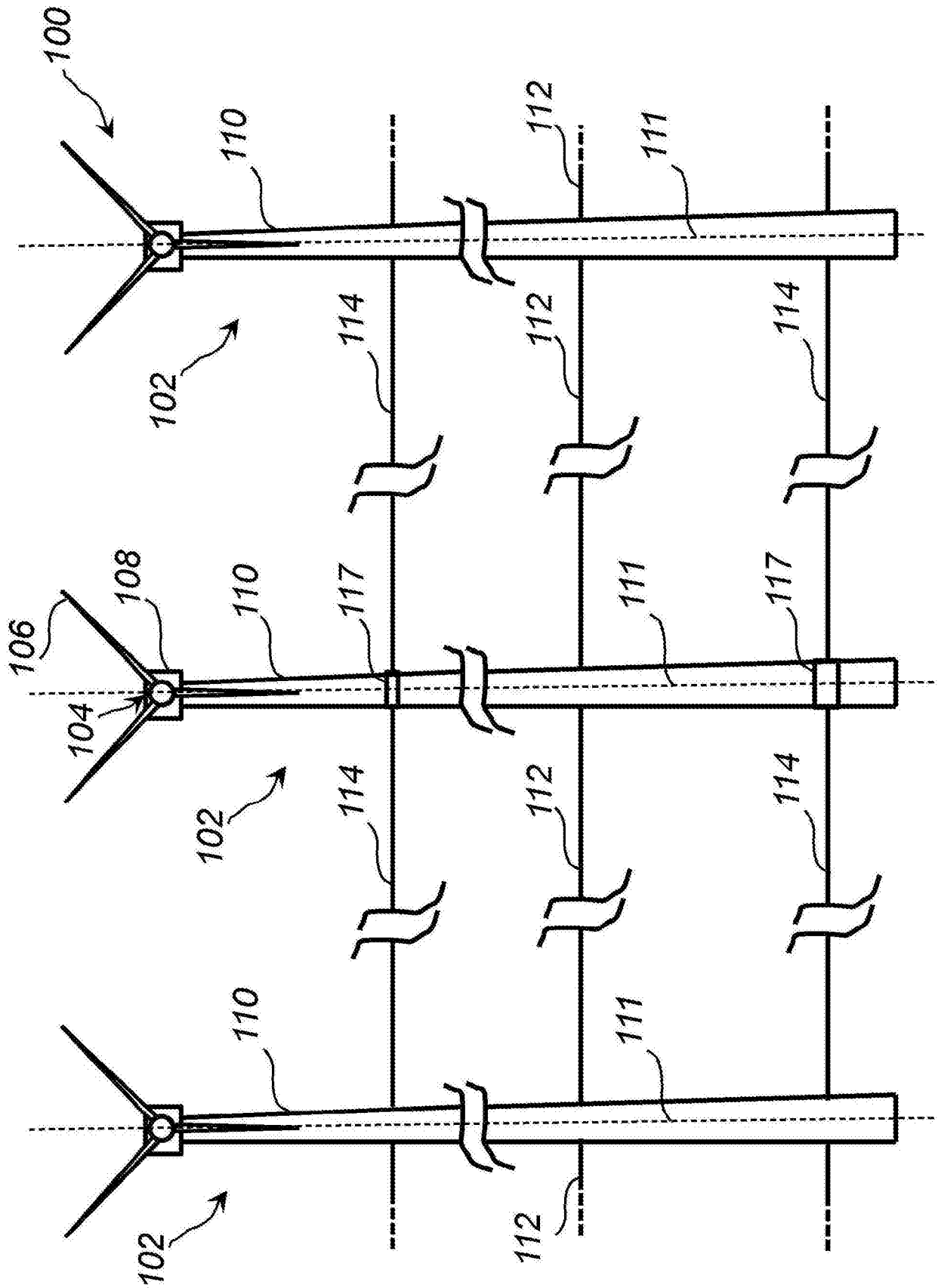


图1a

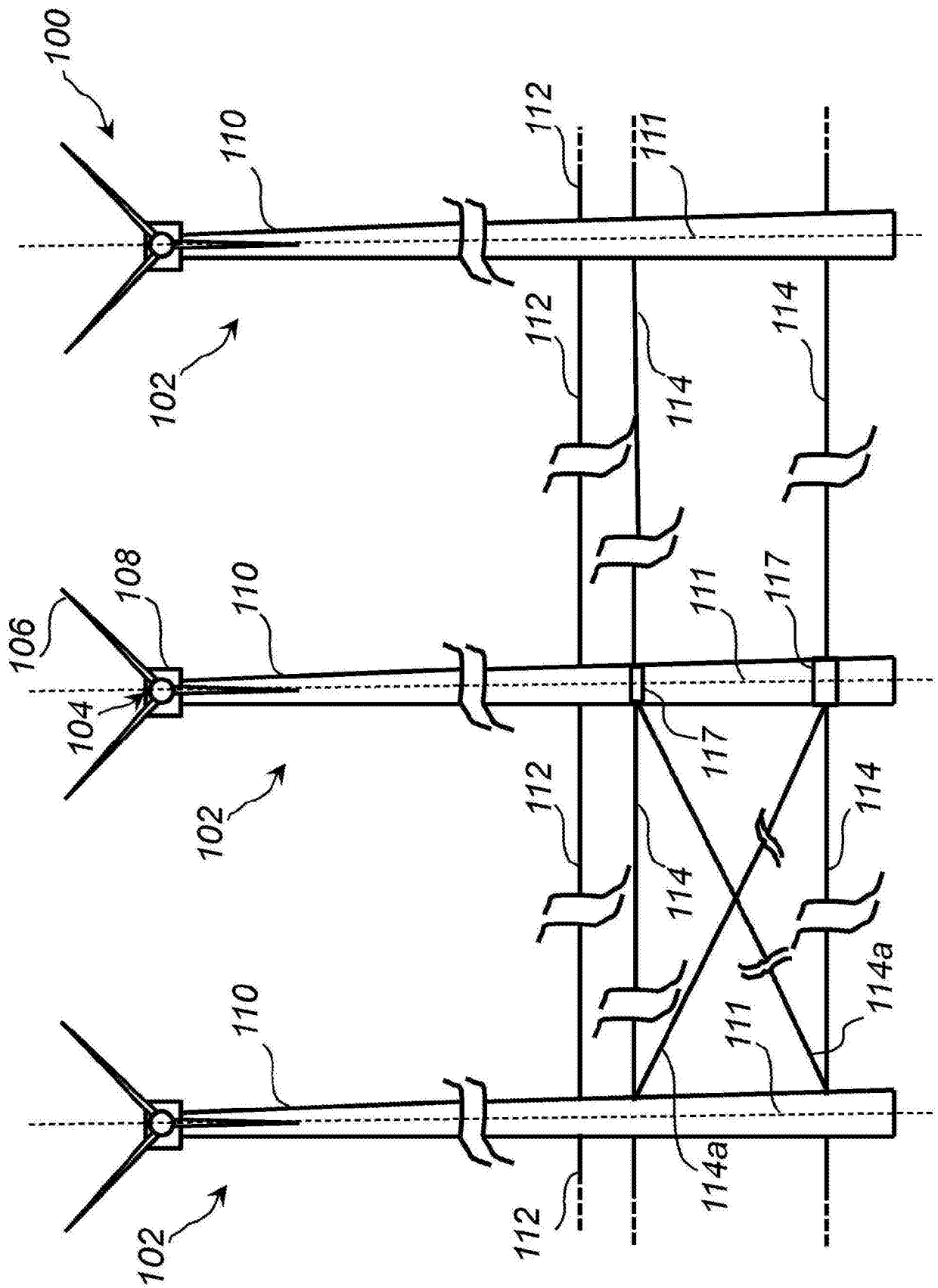


图1b

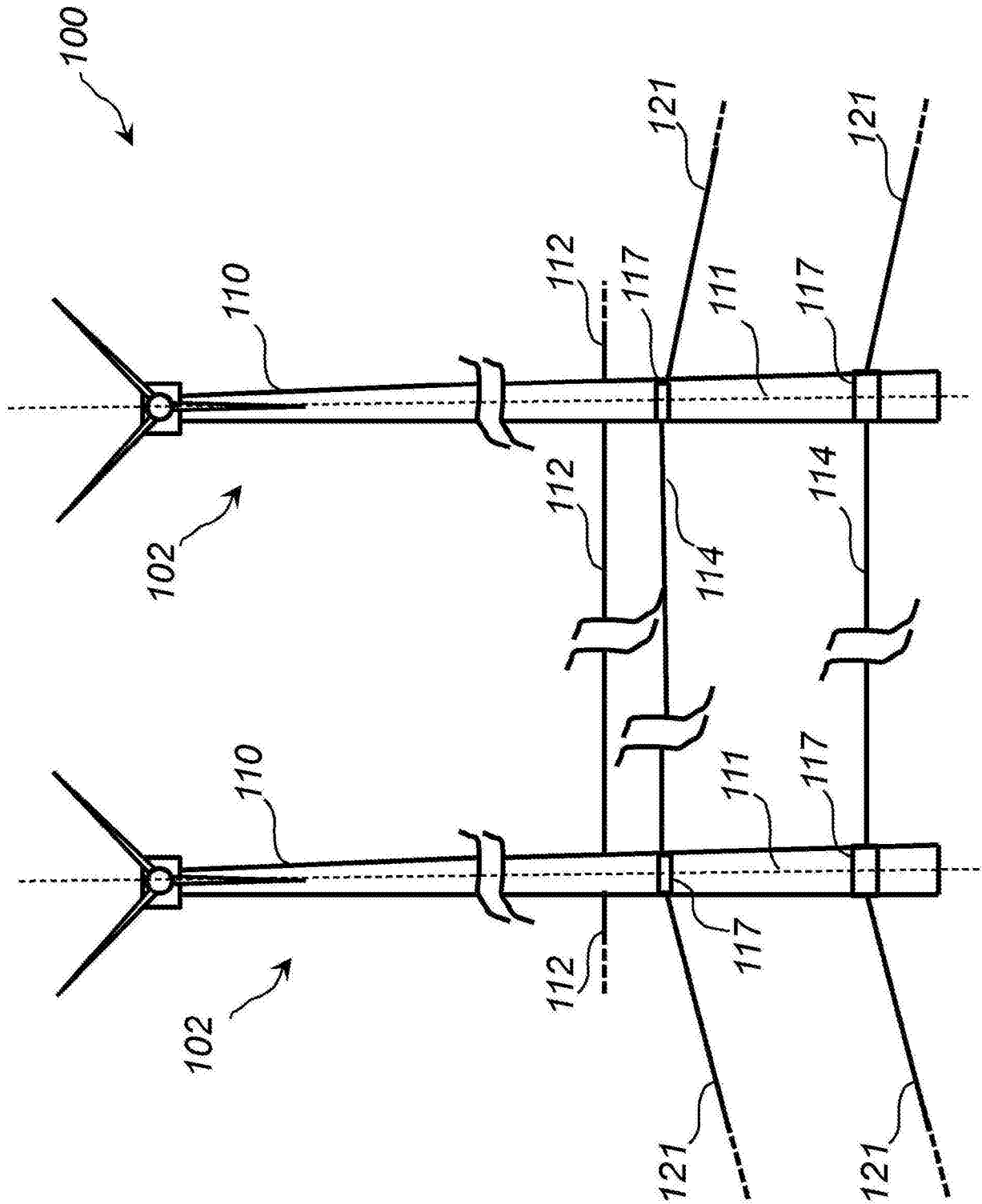


图1c

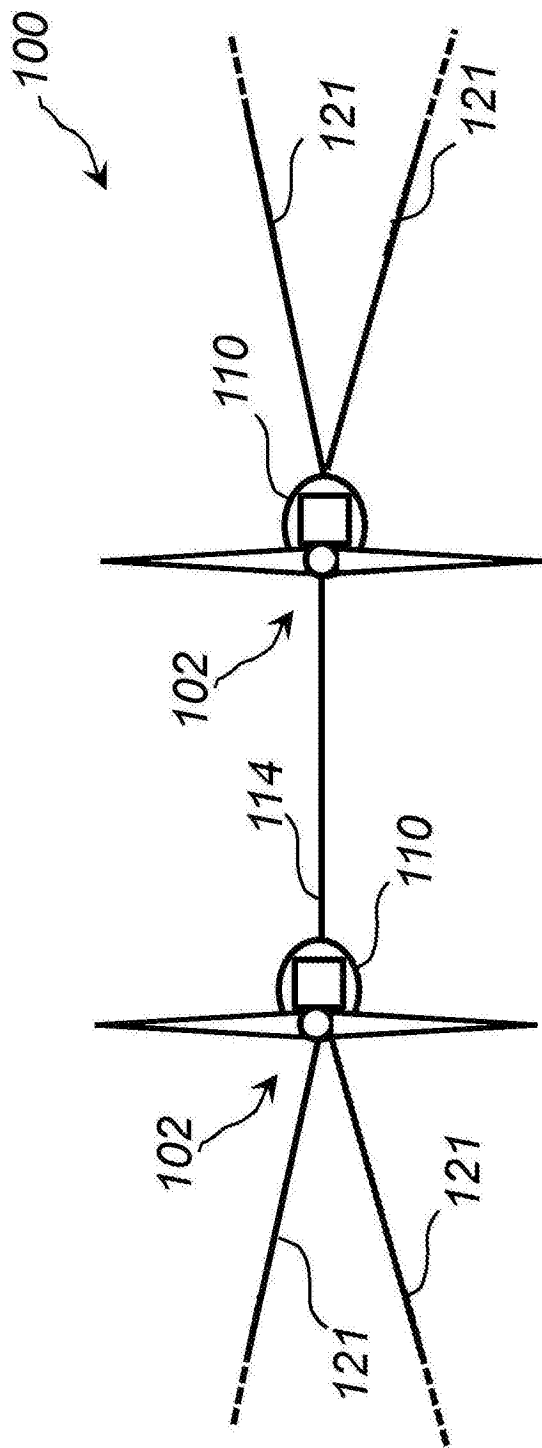


图1d

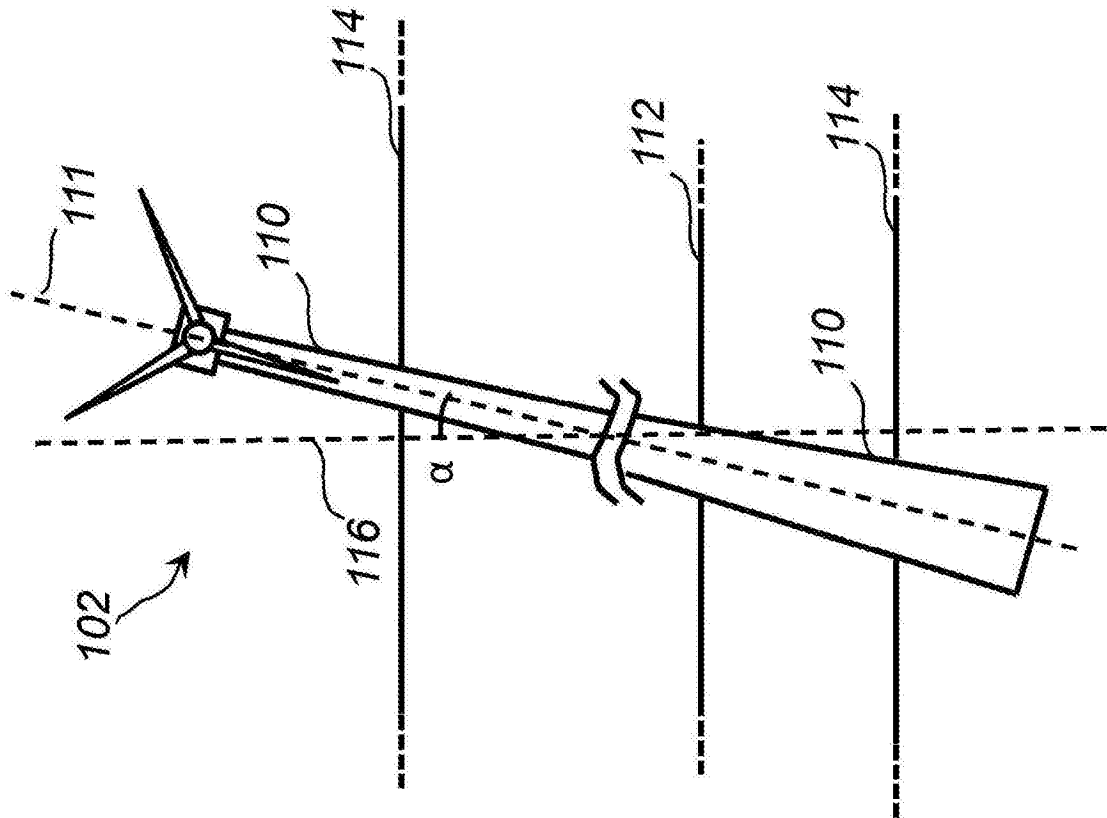


图2

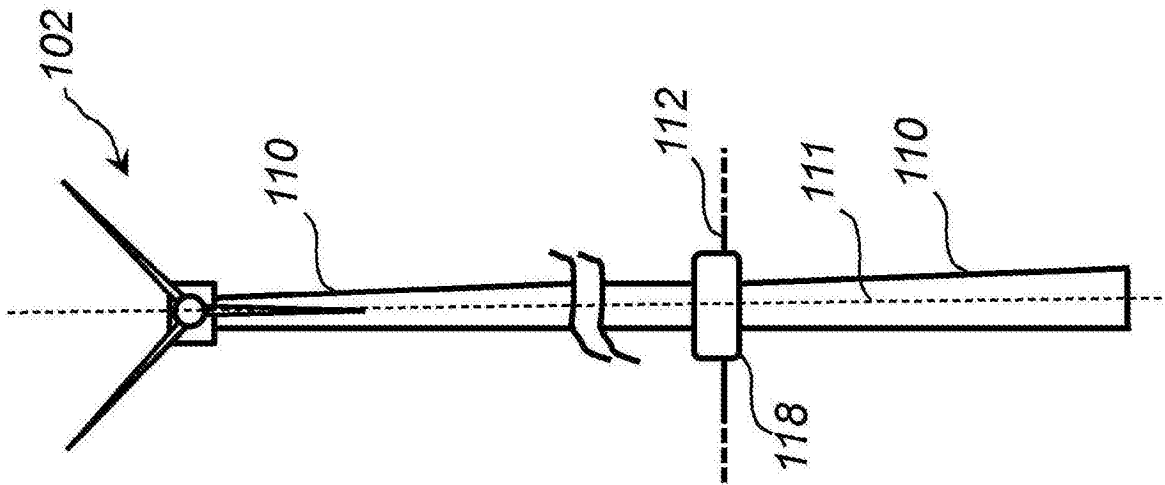


图3

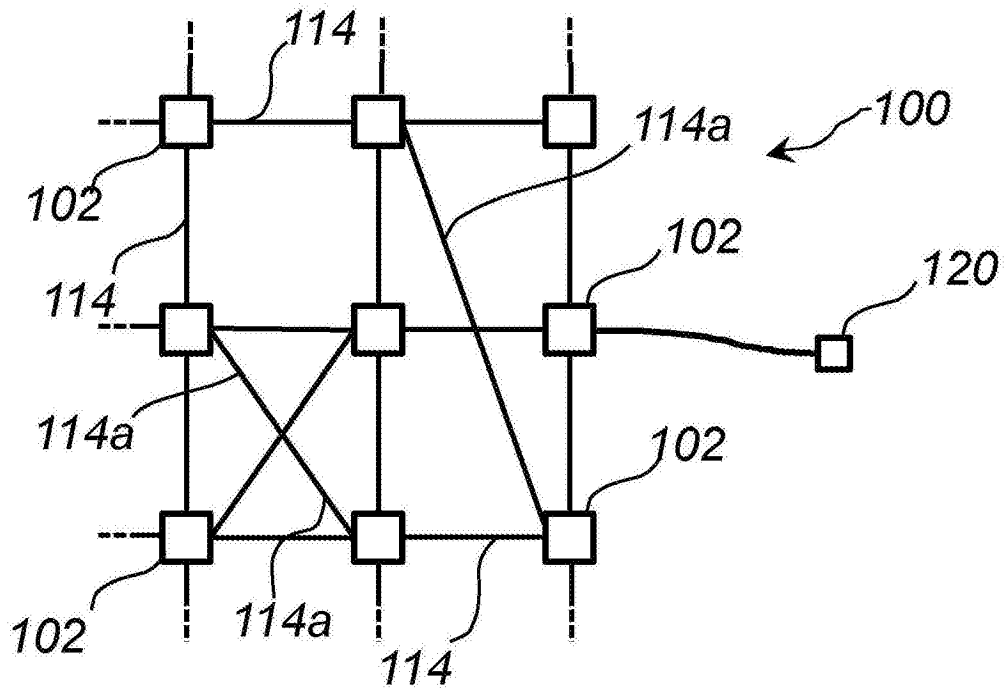


图4a

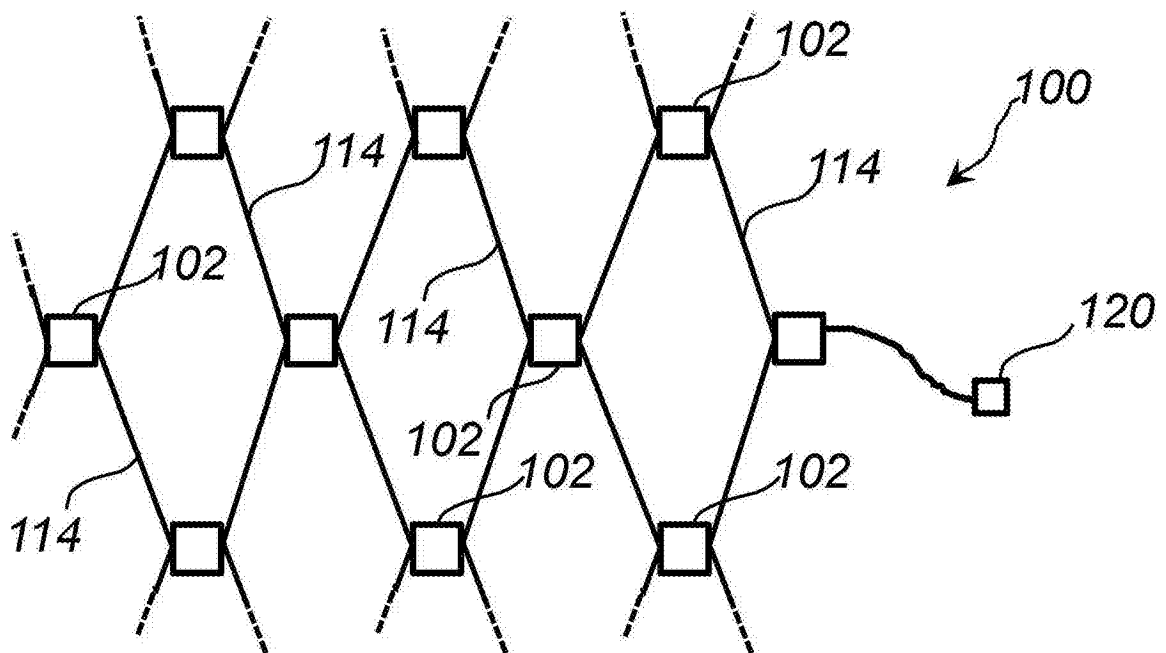


图4b

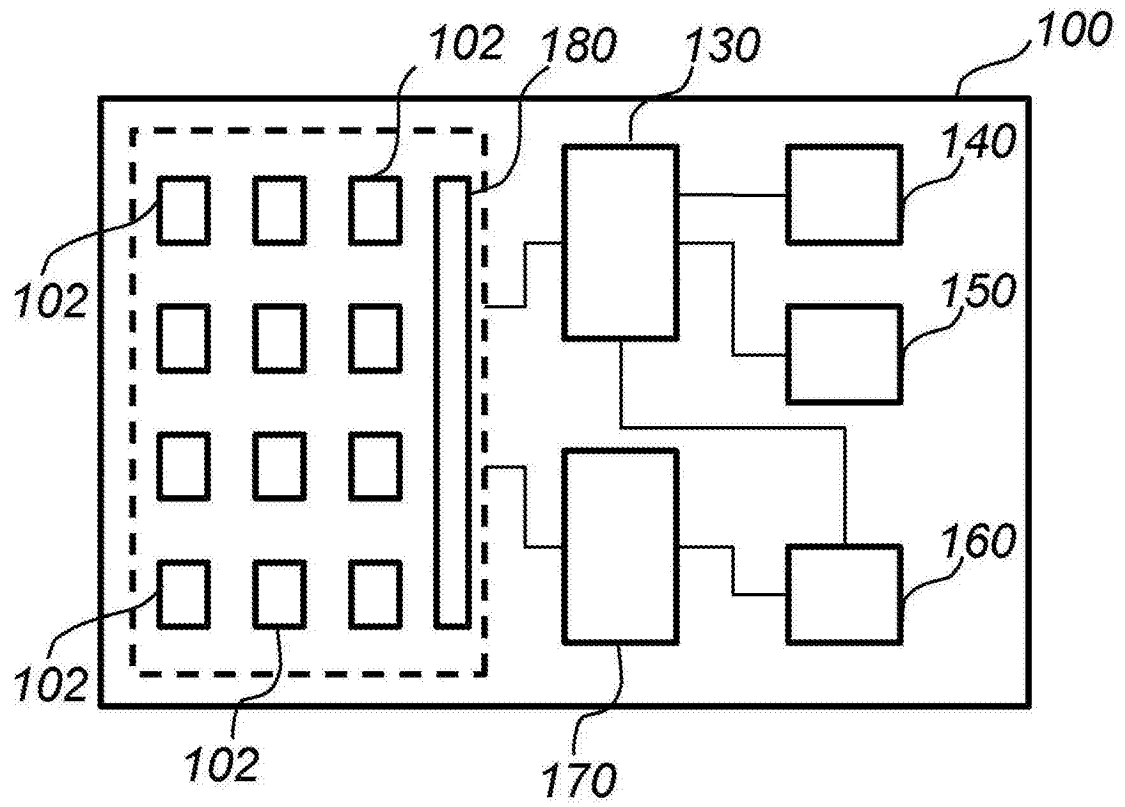


图5

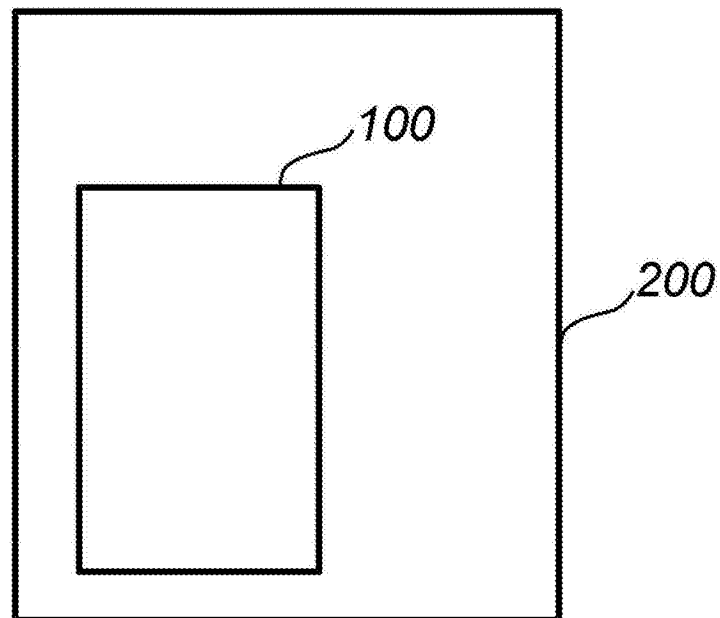


图6